



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 485 879 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91118896.9**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01S 15/87, G01S 15/93**

(22) Anmeldetag: **06.11.91**

(30) Priorität: **13.11.90 DE 4036022**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.05.92 Patentblatt 92/21**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB NL**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**Postfach 30 02 20**  
**W-7000 Stuttgart 30(DE)**

(72) Erfinder: **Rapps, Peter**  
**Am Pflintztor 11**  
**W-7500 Karlsruhe 41(DE)**  
Erfinder: **Noll, Martin, Dipl.-Phys.**  
**Oberdorf 4**  
**W-6446 Nentershausen(DE)**  
Erfinder: **Petry, Klaus, Dipl.-Ing.**  
**Heckenrosenweg 24**  
**W-7500 Karlsruhe 31(DE)**

(54) **Verfahren und Ortungseinrichtung zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme.**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Ortungseinrichtung zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme beschrieben.

Zwischen zu ortenden Fahrzeugen und wenigstens zwei ortsfesten Einrichtungen werden Übertragungsstrecken für Ultraschall-Signale gebildet. Deren Laufzeiten werden mittels Auswerteschaltungen gemessen. Aus den Laufzeiten ergeben sich die Abstände zwischen den Fahrzeugen und den ortsfesten Einrichtungen und daraus wiederum die Ortskoordinaten des aktuellen Standorts des jeweiligen Fahrzeugs.

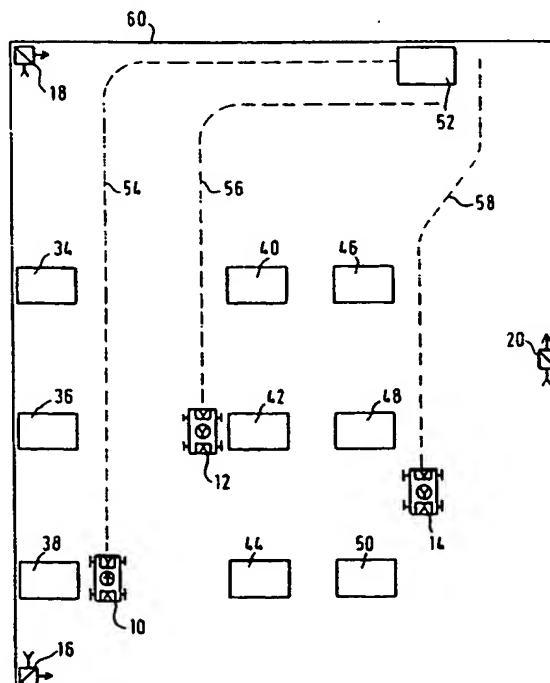


FIG.1

BEST AVAILABLE COPY

EP 0 485 879 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Fahrerlose Transportsysteme werden beispielsweise in Fertigungs- oder Lagerhallen eingesetzt. Sie bedürfen einer ständigen Ortung des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge, um die vorgeschriebene Bahn sicher einhalten zu können.

Übliche Verfahren bedienen sich zur Ortung in den Boden eingelassener Leitkabel oder anderer aufwendiger ortsfester Einrichtungen für die laufende Erfassung, sowie neuerdings verstärkt des Einsatzes bildverarbeitender Verfahren. Nachteil dieser Verfahren sind die hohen Kosten bzw. geringe Flexibilität gegenüber Bahnänderungen, z.B. beim Leitkabel.

Außerdem ist allerdings aus dem Straßenverkehr eine Abstandsmessung bekannt, bei der zur Abstandsbestimmung eines vorausfahrenden Fahrzeugs passive oder aktive Meßverfahren angewandt werden. Diese beruhen auf der Aussendung und Laufzeitmessung von Ultraschall-Signalen. Bei einem aktiven Meßverfahren mit einem Infrarot/Ultraschall-Transponder wird von einem ersten Fahrzeug aus ein Infrarot-Signal als Startsignal ausgesendet, das bei einem zweiten Fahrzeug die Aussendung eines Ultraschall-Signals veranlaßt. Aus der verstrichenen Zeit zwischen der Aussendung des Infrarot-Signals und dem Empfang des Ultraschall-Signals kann dann der Abstand des ersten Fahrzeugs vom zweiten ermittelt werden. Dabei wird natürlich die Laufzeit des Infrarot-Signals gleich Null gesetzt.

Dieses Verfahren setzt allerdings eine vergleichsweise eng definierte Ausrichtung der Fahrzeuge zueinander voraus und ermöglicht nur die Messung des Abstandes zwischen den Fahrzeugen, aber nicht deren räumliche Position.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme zu schaffen, das auch bei vorhandenen Transportsystemen leicht installierbar ist und eine flexible Bahnführung und Änderung des Bahnverlaufs der Fahrzeuge ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen angegebenen Merkmale gelöst.

Ein Grundgedanke der Erfindung beruht darauf, eine drahtlose Abstandsmessung zwischen dem oder den einzelnen Fahrzeug(en), deren absolute Position bestimmt werden soll, und ortsfesten, lediglich punktuell angeordneten Einrichtungen zu schaffen. Ist aufgrund dieser Messung der Abstand zu zwei räumlich getrennten ortsfesten Einrichtungen bekannt, so kann unter der Einschränkung einer geradlinigen Bahn des Fahrzeugs oder der Fahrzeuge die absolute Position eindeutig be-

stimmt werden. Bei beliebig verlaufenden Bahnen sind jedoch mindestens drei ortsfeste Einrichtungen erforderlich.

Bei der drahtlosen Abstandsmessung wird vorausgesetzt, daß der kürzeste Abstand zwischen zwei Objekten gemessen wird, Reflexionen also ausgeschlossen oder nicht berücksichtigt werden.

Zur drahtlosen Abstandsmessung eignen sich Ultraschall-Signale, die eine für die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Signale günstige Ausbreitungsgeschwindigkeit besitzen. Werden die Ultraschall-Signale zu einer vorgegebenen Zeit übertragen, so kann die verstrichene Zeit zwischen der Aussendung und dem Empfang leicht ermittelt werden.

Der Zeitpunkt der Übertragung kann dadurch festgelegt werden, daß elektromagnetische Startsignale übertragen werden, die entweder die Aussendung der Ultraschall-Signale veranlassen oder ankündigen. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, daß derartige Signale im Vergleich zu Ultraschall-Signalen eine vernachlässigbare kurze Laufzeit besitzen, die die Meßgenauigkeit aufgrund der Laufzeit der Ultraschall-Signale praktisch nicht beeinträchtigt.

Entsprechende Einrichtungen zur Aussendung von Ultraschall-Signalen und elektromagnetischen Signalen können ohne größeren baulichen Aufwand installiert werden. Eine Änderung der abzufahrenden Bahnkurven ist bei einmal installierten Einrichtungen lediglich durch Änderung der Programmierung möglich und erfordert keine baulichen Änderungen, wodurch sich das Verfahren sehr flexibel geänderten Einsatzbedingungen anpassen läßt.

Die Erfindung betrifft ferner eine Ortungseinrichtung für Fahrzeuge fahrerloser Transportsysteme nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Diesbezüglich liegt ihr die Aufgabe zugrunde, eine Ortungseinrichtung für Fahrzeuge fahrerloser Transportsysteme zu schaffen, die auch bei vorhandenen Transportsystemen leicht installierbar ist und eine flexible Bahnführung und Änderung des Bahnverlaufs der Fahrzeuge ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einer Ortungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen angegebenen Merkmale gelöst.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der weiteren Beschreibung und der Zeichnung, anhand der die Erfindung näher erläutert wird.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Skizze eines mehrerer Fahrzeuge umfassenden fahrerlosen Transportsystems mit einer Ortungseinrichtung in

in einer Fertigungs- oder Lagerhalle.  
 Fig. 2 ist ein Blockschaltbild der in Fig. 1 dargestellten Ortungseinrichtung.

In Fig. 1 ist eine Ortungseinrichtung für ein mehrere Fahrzeuge umfassendes fahrerloses Transportsystem dargestellt. Das Transportsystem dient hier z. B. dazu, in einer Lagerhalle 60 gelagerte Güter von Stationen 34, 36, 38; 40, 42, 44; 46, 48, 50 mittels Fahrzeuge 10, 12, 14 zu einer Station 52 zu transportieren.

Die Fahrzeuge sind mit Steuerungsvorrichtungen ausgestattet, die es ermöglichen, sie entlang von Bahnverläufen 54, 56, 58 zu bewegen und an den Stationen 34, 36, 38; 40, 42, 44; 46, 48, 50 halten zu lassen. Die Steuerungsvorrichtungen umfassen dabei Rechner und Speicher, die den Fahrzeugantrieb und die Lenkung entsprechend gespeicherter Daten der Bahnverläufe und Stationen beeinflussen.

Um auch längzeitig eine hohe Genauigkeit beim Einhalten der Bahnverläufe und zielsicheres Anfahren der Stationen zu gewährleisten, ist die Kenntnis der aktuellen Position notwendig. Hierzu verfügt das fahrerlose Transportsystem über eine Ortungseinrichtung, die Einrichtungen auf den zu ortenden Fahrzeugen 10, 12, 14 und drei ortsfeste Einrichtungen 16, 18, 20 umfaßt.

Zwischen den Einrichtungen auf den zu ortenden Fahrzeugen 10, 12, 14 und den ortsfesten Einrichtungen 16, 18, 20 sind Ultraschall-Signal-Übertragungsstrecken gebildet. Durch Messen der Laufzeiten der zu vorgegebenen Zeiten ausgesandten Ultraschall-Signale lassen sich die Abstände zwischen den Fahrzeugen 10, 12, 14 und den ortsfesten Einrichtungen 16, 18, 20 bestimmen und daraus die Ortskoordinaten des aktuellen Standortes des jeweiligen Fahrzeugs 10, 12, 14 berechnen.

Die ortsfesten Einrichtungen 16, 18, 20 sind an jeweils zwei Ecken und der Mitte einer Seite der Halle 60 angebracht. Dadurch lassen sich an allen möglichen Standorten eindeutige Koordinaten bestimmen. Damit der kürzeste zurückgelegte Weg des Schalls erfaßt werden kann, ist es außerdem zweckmäßig, Sender und Empfänger in einer ausreichenden Höhe zu installieren. Dadurch ist weitgehend Sichtverbindung auf der Übertragungsstrecke gewährleistet und störende Reflexionen sind praktisch ausgeschaltet.

Wenn das Fahrzeug nur einen sehr eingeschränkten Bahnverlauf beschreiben soll, können auch zwei ortsfeste Einrichtungen ausreichend sein. Umgekehrt besteht bei sehr großen, verwinkelten Hallen oder Geländen die Notwendigkeit, mehr als drei ortsfeste Einrichtungen vorzusehen.

Für das Auslösen der Ultraschall-Signale und damit den Beginn der Messung bieten sich mehrere Alternativen an. Eine Möglichkeit, die auch in dem erläuterten Ausführungsbeispiel zur Anwen-

dung kommt, besteht darin, zu Beginn der Laufzeitmessung elektromagnetische Startsignale von den Empfangsorten der Ultraschall-Signale aus zu übertragen. Diese werden an den Sendeorten der Ultraschall-Signale empfangen und steuern die Aussendung der Ultraschall-Signale.

Eine andere, hier jedoch nicht dargestellte Alternative sieht vor, zu Beginn der Laufzeitmessung elektromagnetische Startsignale von den Sendeorten der Ultraschall-Signale aus zu übertragen. Diese kündigen an den Empfangsorten der Ultraschall-Signale die Aussendung der Ultraschall-Signale an.

Die erste Alternative hat den Vorteil, daß die ortsfesten Einrichtungen außer einer Stromversorgung völlig autark sein können und ohne intelligente Steuerung oder interne Kommunikation auskommen. Die Steuerung der Aussendung von Ultraschall-Signalen für den Beginn der Laufzeitmessung kann vielmehr in das Fahrzeug verlagert werden, wozu ohnehin schon eine intelligente Steuerung für den Antrieb und die Lenkung vorhanden ist.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht wiederum mehrere Lösungsmöglichkeiten. So sieht eine Variante vor, daß uncodierte Ultraschall-Signale nur jeweils von einem Sender zu einer Zeit ausgestrahlt werden und der Sender durch unterschiedlich codierte elektromagnetische Startsignale nacheinander gestartet oder angekündigt werden.

Diese Lösung ist zwar zeitaufwendig, da in einem Meßzyklus die Aussendungen aller Ultraschall-Sender sowie das Abklingen des Schalls abgewartet werden müssen, es stellt aber nur geringe Anforderungen an die Ultraschall-Empfänger und die Auswerteschaltungen.

Bei anderen Varianten werden codierte Ultraschall-Signale, vorzugsweise unterschiedlicher, für jeden Sender spezifischer Frequenz gleichzeitig gestartet und die Ultraschall-Signale selektiv ausgewertet.

Es gelingt hierdurch, die Abstände zwischen den Fahrzeugen und den ortsfesten Einrichtungen gleichzeitig bestimmen und schneller aktualisieren zu können.

Im einzelnen ergibt sich der Aufbau der Ortungseinrichtung aus dem in Fig. 2 dargestellten Blockschaltbild. Dort sind die ortsfesten Einrichtungen 16, 18 und 20 sowie die Einrichtungen der Fahrzeuge 10 und 12 wiedergegeben.

Die ortsfesten Einrichtungen 16, 18 und 20 sind im Ausführungsbeispiel identisch aufgebaut und bestehen aus einem Sender 24 für Ultraschall-Signale und einem HF-Empfänger 32 für elektromagnetische Startsignale. Erhält der Empfänger 32 ein Startsignal, so veranlaßt er unmittelbar den Sender 24 ein Ultraschall-Signal auszusenden.

Die Fahrzeuge 10 und 12 besitzen beide eine Steuerungs- und Auswertevorrichtung 22. Neben einer Steuerung des Antriebs und der Lenkung der Fahrzeuge 10 und 12 ermittelt die Steuerungs- und Auswertevorrichtung 22 auch die Laufzeiten der von Ultraschall-Empfängern 26 und 28 empfangenen Signale und berechnet über die Abstände von den ortsfesten Einrichtungen die aktuellen Positionen der Fahrzeuge 10 und 12.

Ein im Fahrzeug 10 angeordneter HF-Sender 30 wird ebenfalls von der Steuerungs- und Auswertevorrichtung 22 gesteuert und zwar dient dieser Sender 30 dazu, elektromagnetische Startsignale an die ortsfesten Einrichtungen 16, 18, 20 zu übermitteln.

In der dargestellten Ausführung mit mehreren Fahrzeugen 10, 12 werden elektromagnetische Startsignale nur von einem Leitfahrzeug, hier dem Fahrzeug 10, gesendet und diese Startsignale werden von den ortsfesten Einrichtungen 16, 18, 20 und den übrigen Fahrzeugen 12 empfangen und ausgewertet. Statt eines eigenen Senders besitzt das Fahrzeug 12 daher einen HF-Empfänger 32.

Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, daß der Beginn der Aussendung von Ultraschall-Signalen nur von der Steuerungs- und Auswertevorrichtung 22 dieses Fahrzeugs gesteuert wird und daher zeitliche Abstimmungen oder Synchronisationen der Fahrzeuge untereinander entfallen können.

Bei jedem Fahrzeug 10, 12 befinden sich an den Querseiten zur Fahrzeugachse, also der Vorderseite und der Rückseite die Ultraschall-Empfänger 26, 28. Diese Empfänger 26, 28 sind also räumlich getrennt untergebracht und liefern beim Empfang von Ultraschall-Signalen unterschiedliche Feldstärken und/oder Laufzeiten. Aus diesen Angaben gelingt es, zusätzlich zur aktuellen Position auch die jeweilige Orientierung des Fahrzeugs 10, 12 festzustellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem oder mehreren zu ortenden Fahrzeug(en) und wenigstens zwei ortsfesten Einrichtungen zu vorgegebenen Zeiten Ultraschall-Signale übertragen und deren Laufzeiten gemessen werden und daß aus den Laufzeiten die Abstände zwischen dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen und den ortsfesten Einrichtungen bestimmt und daraus die Ortskoordinaten des aktuellen Standorts des jeweiligen Fahrzeugs berechnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Laufzeitmessung elektromagnetische Startsignale vorzugsweise von dem oder den Empfangsort(en) der Ultraschall-Signale aus übertragen werden, welche vorzugsweise an dem Sendeort oder den Sendeorten der Ultraschall-Signale empfangen werden und die Aussendung der Ultraschall-Signale steuern.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Laufzeitmessung elektromagnetische Startsignale vorzugsweise von dem oder den Sendeort(en) der Ultraschall-Signale aus übertragen werden, welche vorzugsweise an dem Empfangsort oder den Empfangsorten der Ultraschall-Signale empfangen werden und die Aussendung der Ultraschall-Signale ankündigen.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen elektromagnetische Startsignale gesendet und diese von den ortsfesten Einrichtungen empfangen werden und daß von den ortsfesten Einrichtungen Ultraschall-Signale gesendet und diese von dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen empfangen werden.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß uncodierte Ultraschall-Signale nur jeweils von einem Sender zur Zeit ausgestrahlt werden und die Sender durch unterschiedlich codierte elektromagnetische Startsignale nacheinander gestartet oder angekündigt werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß codierte Ultraschall-Signale, vorzugsweise unterschiedlicher, für jeden Sender spezifischer Frequenz gleichzeitig gestartet werden und die Ultraschall-Signale selektiv ausgewertet werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Fahrzeugen eines fahrerlosen Transportsystems elektromagnetische Startsignale nur von einem Leitfahrzeug gesendet werden und diese Startsignale von den ortsfesten Einrichtungen und den übrigen Fahrzeugen empfangen und ausgewertet werden.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Startsignale durch HF-Funksignale übertragen werden, die in Rundstrahlcharakteristik ausgestrahlt werden. 5
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Startsignale durch Infrarotlicht-Signale übertragen werden, die in Rundstrahlcharakteristik ausgestrahlt werden. 10
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eintreffenden Ultraschall-Signale an wenigstens zwei Seiten, vorzugsweise an den beiden Längs- und beiden Querseiten des Fahrzeugs bezogen auf die Fahrzeugachse paarweise empfangen werden und daß aus den unterschiedlichen Feldstärken und/oder Laufzeiten der Ultraschall-Signale die Orientierung des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge bestimmt wird. 15
11. Ortungseinrichtung für Fahrzeuge fahrerloser Transportsysteme, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem oder mehreren zu ortenden Fahrzeug(en) (10, 12, 14) und wenigstens zwei ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) Ultraschall-Signal-Übertragungsstrecken angeordnet und daß Steuerungs- und Auswertevorrichtungen (22) vorgesehen sind, mittels denen zu vorgegebenen Zeiten Ultraschall-Signale übertragbar, deren Laufzeiten meßbar und aus den Laufzeiten die Abstände zwischen dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen (10, 12, 14) und den ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) bestimmbar und daraus die Ortskoordinaten des aktuellen Standortes des jeweiligen Fahrzeugs (10, 12, 14) berechenbar sind. 20 25 30
12. Ortungseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zwischen dem oder den zu ortenden Fahrzeug(en) (10, 12, 14) und den ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) elektromagnetische Übertragungsstrecken für Startsignale vorgesehen sind. 35 40 45
13. Ortungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschall-Signal-Übertragungsstrecken und die elektromagnetischen Übertragungsstrecken Sender umfassen, die den ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) zugeordnet sind, und Empfänger umfassen, die dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen (10, 12, 14) zugeordnet sind. 50 55
14. Ortungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschall-Signal-Übertragungsstrecken Sender (24) umfassen, die den ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) zugeordnet sind und Empfänger (26, 28) umfassen, die dem Fahrzeug bzw. den Fahrzeugen (10, 12, 14) zugeordnet sind und Empfänger (32) umfassen, die den ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) zugeordnet sind. 5
15. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (24) für Ultraschall-Signale alle auf die gleiche Frequenz abgestimmt sind und daß die Steuerungsvorrichtung (22) so ausgebildet ist, daß zu einem vorgegebenen Sendezeitpunkt nur jeweils ein Sender Ultraschall-Signale ausstrahlt. 15 20
16. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (24) für Ultraschall-Signale unterschiedlich codiert, vorzugsweise auf unterschiedliche Frequenzen abgestimmt sind und daß die Empfänger (26, 28) eine selektive Auswertungsschaltung (22) umfassen. 25 30
17. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Fahrzeugen (10, 12, 14) eines fahrerlosen Transportsystems nur ein Leitfahrzeug (10) einen Sender (30) für elektromagnetische Startsignale umfaßt und die ortsfesten Einrichtungen (16, 18, 20) sowie die übrigen Fahrzeuge (12, 14) Empfänger (32) für elektromagnetische Startsignale umfassen. 35 40 45
18. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (30) für elektromagnetische Signale als HF-Sender und die Empfänger (32) als HF-Empfänger ausgebildet sind. 50
19. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (30) für elektromagnetische Signale als Infrarotlicht-Sender und die Empfänger (32) als Infrarotlicht-Empfänger ausgebildet sind. 55
20. Ortungseinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß an wenigstens zwei Seiten, vor-

zugsweise an den beiden Längs- und beiden Querseiten des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge (10, 12, 14) bezogen auf die Fahrzeugachse Sensoren oder Empfänger (26, 28) für Ultraschall-Signale angeordnet sind und daß die Auswertevorrichtung so ausgebildet ist, daß aus den unterschiedlichen Feldstärken und/oder Laufzeiten der Ultraschall-Signale die Orientierung des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge (10, 12, 14) bestimmbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

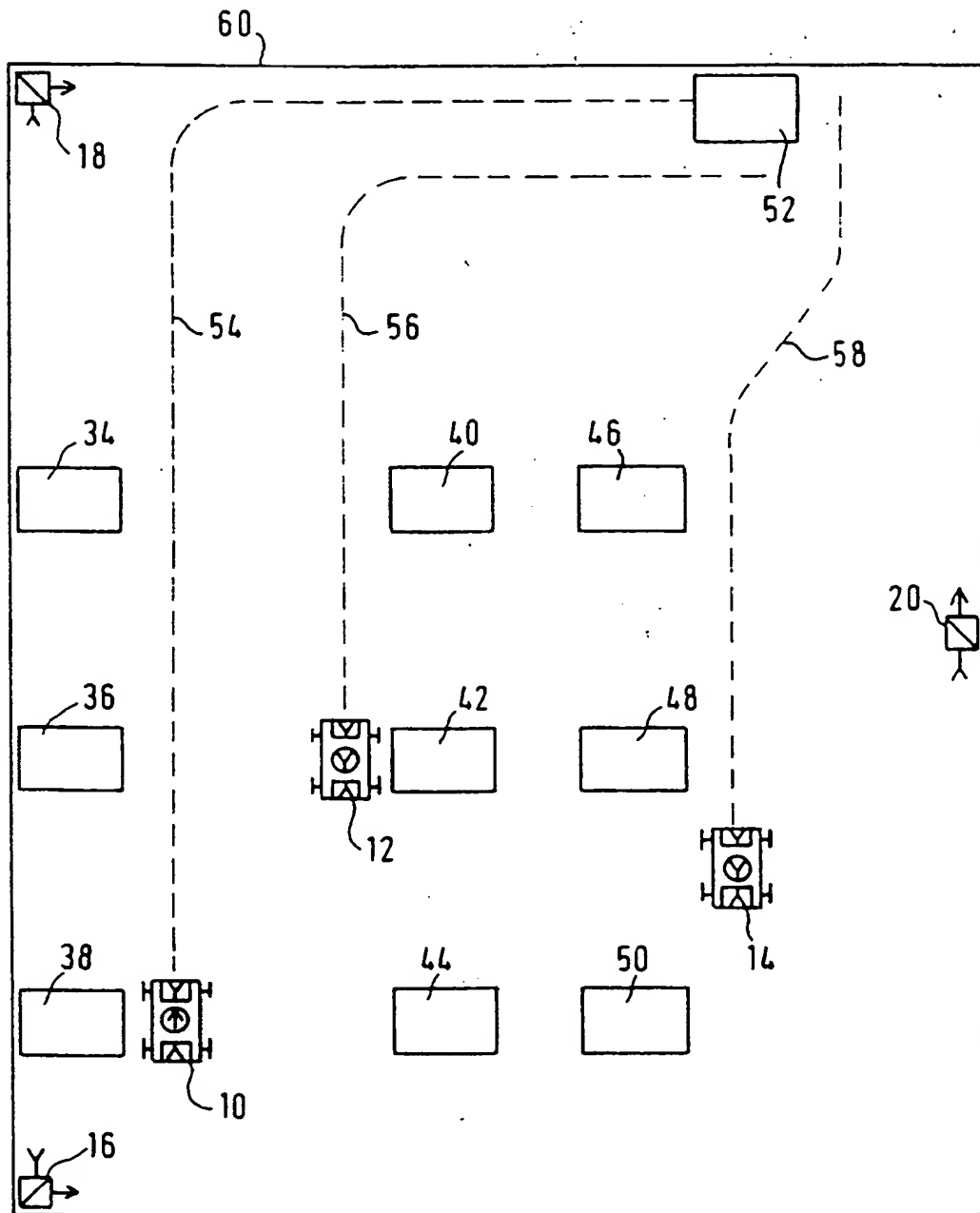


FIG. 1

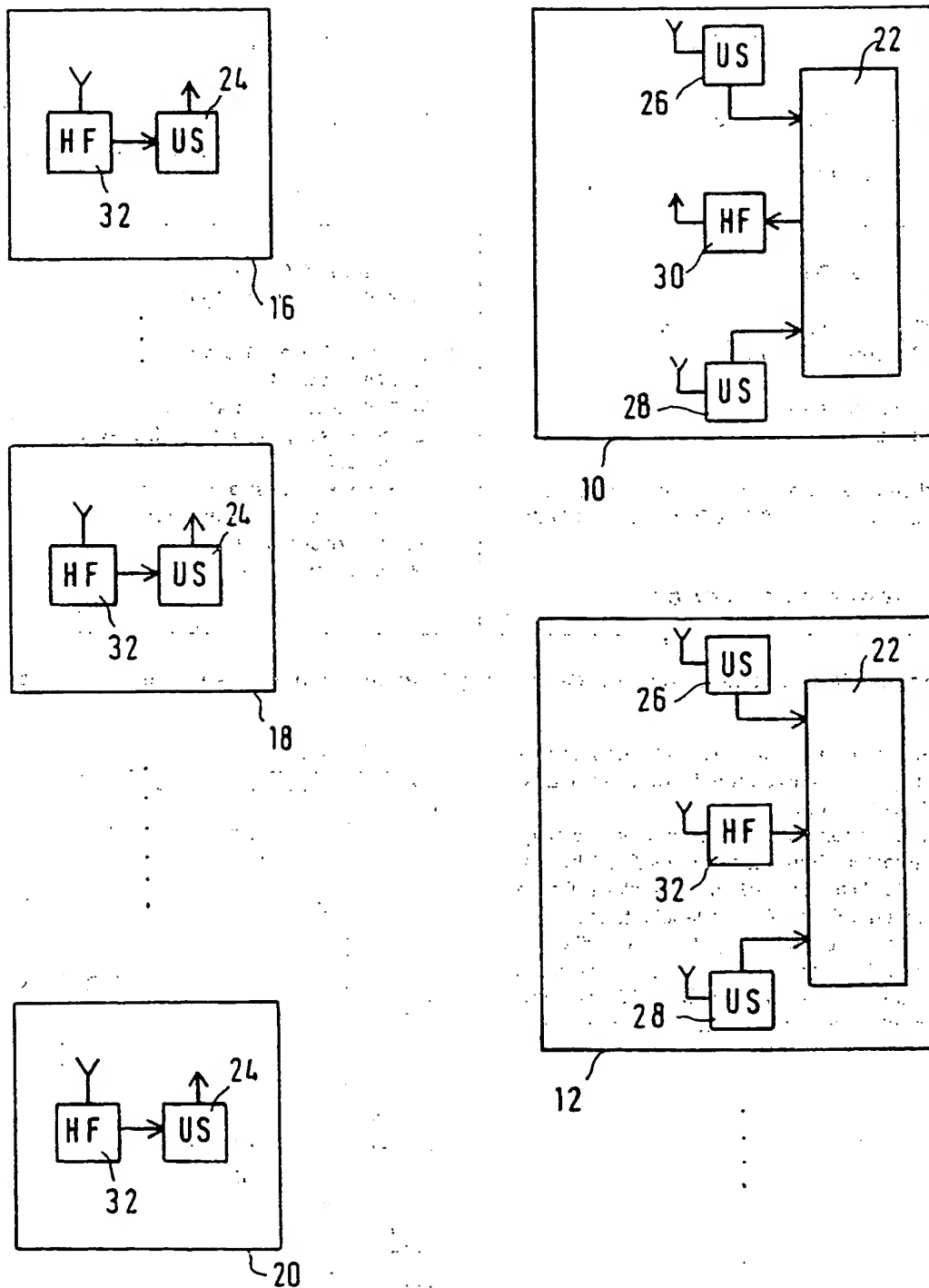


FIG. 2



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

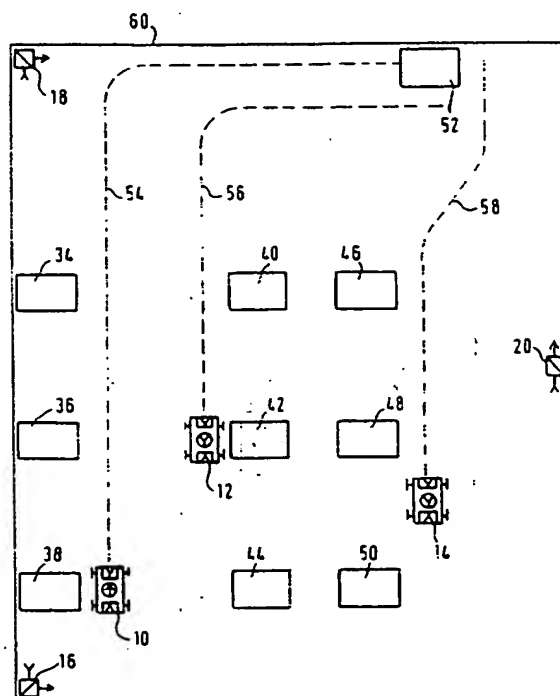
(11) Veröffentlichungsnummer: **0 485 879 A3**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(21) Anmeldenummer: **91118896.9**(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01S 15/87, G01S 15/93,  
G05D 1/03, G01S 11/16**(22) Anmeldetag: **06.11.91**(30) Priorität: **13.11.90 DE 4036022**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.05.92 Patentblatt 92/21**(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB NL**(69) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: **15.07.92 Patentblatt 92/29**(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH****Postfach 30 02 20  
W-7000 Stuttgart 30(DE)**(72) Erfinder: **Rapps, Peter  
Am Pflintor 11  
W-7500 Karlsruhe 41(DE)  
Erfinder: Noll, Martin, Dipl.-Phys.  
Oberdorf 4  
W-6446 Nentershausen(DE)  
Erfinder: Petry, Klaus, Dipl.-Ing.  
Heckenrosenweg 24  
W-7500 Karlsruhe 31(DE)**(54) **Verfahren und Ortungseinrichtung zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme.**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Ortungseinrichtung zur Ortung von Fahrzeugen fahrerloser Transportsysteme beschrieben.

Zwischen zu ortenden Fahrzeugen und wenigstens zwei ortsfesten Einrichtungen werden Übertragungsstrecken für Ultraschall-Signale gebildet. Deren Laufzeiten werden mittels Auswerteschaltungen gemessen. Aus den Laufzeiten ergeben sich die Abstände zwischen den Fahrzeugen und den ortsfesten Einrichtungen und daraus wiederum die Ortskoordinaten des aktuellen Standorts des jeweiligen Fahrzeugs.

**FIG.1****EP 0 485 879 A3**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 8896

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	INTERNATIONAL WORKSHOP ON SENSORIAL INTEGRATION FOR INDUSTRIAL ROBOTS, IEEE, Saragoza, 22. - 24. November 1989, Seiten 218-221; M.A. SALICHS et al.: "Ultrasonic beacon system for mobile robots" * Die ganze Seiten 218,219 *	1,11	G 01 S 15/87 G 01 S 15/93 G 05 D 1/03 G 01 S 11/16
Y	IDEM	2-6,8,9 12-16, 18,19	
Y	GB-A-2 170 907 (SONIC TAPE PLC) * Zusammenfassung *	2,4,8,9 12,14, 18,19	
Y	DE-A-3 806 849 (BOSCH) * Zusammenfassung; Figur 1 *	3,13	
Y	US-A-4 751 689 (KOBAYASHI) * Spalte 4, Zeilen 3-21 *	5,15	
Y	US-A-4 313 183 (SAYLORS) * Spalte 3, Zeilen 30-43 *	6,16	
A	DE-A-3 910 537 (JUNGHEINRICH UNTERNEHMENSVERWALTUNG) * Zusammenfassung; Spalte 6; Zeilen 13-27 *	10,20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31-03-1992	Prüfer ZACCA F.L.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur			
T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung abgeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

The invention relates to a method for locating vehicles of driverless transport systems according to the precharacterizing clause of Claim 1.

- 5 Driverless transport systems are used, for example, in production or storage halls. They need continuous locating of the vehicle or vehicles in order to be able to reliably stay on the prescribed track.
- 10 Conventional methods use pilot cables embedded in the ground or other elaborate stationary facilities for continuous detection and in recent times, increasingly, image-processing methods for the locating. The disadvantage of these methods are the high cost and low
- 15 flexibility compared with track changes, e.g. in a case of the pilot cable.

- In addition, distance measuring is known - albeit from road traffic - in which passive or active measuring
- 20 methods are used for determining the distance of a preceding vehicle. These measurements are based on sending out and measuring the propagation time of ultrasonic signals. In the case of an active measuring method with an infrared/ultrasonic transponder, an
- 25 infrared signal is sent out from a first vehicle as starting signal which initiates the emission of an ultrasonic signal at a second vehicle. From the time which has elapsed between the sending out of the infrared signal and the reception of the ultrasonic
- 30 signal, the distance of the first vehicle from the second one can then be determined. In this arrangement, the propagation time of the infrared signal is naturally set to be equal to zero.

- 35 However, this method presupposes an alignment of the vehicles with one another which is defined within comparatively narrow limits and makes it possible to measure only the distance between the vehicles but not their spatial position.

The invention is based on the object of creating a method for locating vehicles of driverless transport systems which can also be easily installed in existing  
5 transport systems and provides for flexible track guidance and change of the course of the track of the vehicles.

This object is achieved in a method according to the  
10 precharacterizing clause of Claim 1 by means of the features specified in the characterizing clause.

A basic concept of the invention is based on creating a wireless distance measurement between the individual  
15 vehicle or vehicles, the absolute position of which is to be determined, and stationary facilities only arranged at points. If the distance to two spatially separate stationary facilities is known on the basis of this measurement, the absolute position can be  
20 unambiguously determined with the restriction of a straight-line track of the vehicle or vehicles. If the tracks run arbitrarily, however, at least three stationary facilities are required.

25 The wireless distance measurement presupposes that the shortest distance between two objects is measured, that is to say reflections are excluded or not taken into consideration.

30 Ultrasonic signals which have a speed of propagation which is advantageous for the processing speed of the signals are suitable for the wireless distance measurement. If the ultrasonic signals are transmitted at a predetermined time, the elapsed time between the  
35 emission and the reception can be easily determined.

The time of transmission can be established due to the fact that electromagnetic starting signals are transmitted which either initiate or announce the

emission of the ultrasonic signals. This makes use of the fact that, in comparison with ultrasonic signals, such signals have a negligible short propagation time which, in practice, does not impair the measuring accuracy due to the propagation time of the ultrasonic signals.

Corresponding facilities for emitting ultrasonic signals and electromagnetic signals can be installed without great constructional expenditure. Once the facilities have been installed, the track curves to be followed can only be changed by changing the programming which does not require any constructional changes, as a result of which the method can be very flexibly adapted to changed conditions of use.

The invention also relates to a locating device for vehicles of driverless transport systems according to the precharacterizing clause of Claim 1.

In this respect, it has a basic object of creating a locating device for vehicles of driverless transport systems which can also be easily installed in existing transport systems and provides for flexible track running and changing of the course of track of the vehicles.

In a locating device according to the precharacterizing clause of Claim 11, this object is achieved by the features specified in the characterizing clause.

Further developments and advantageous embodiments of the invention are found in the claims, the further description and the drawing by means of which the invention will be explained in greater detail and in which:

Figure 1 shows a sketch of a driverless transport system comprising a number of vehicles, with

a locating device in a production or storage hall.

Figure 2 shows a block diagram of the locating device represented in Figure 1.

Figure 1 shows a locating device for a driverless transport system comprising a number of vehicles. In this case, the transport system is used, for example, for transporting goods stored in a storage hall 60 from stations 34, 36, 38; 40, 42, 44; 46, 48, 50 to station 52 by means of vehicles 10, 12, 14.

The vehicles are equipped with control devices which make it possible to move them along track runs 54, 56, 58 and to let them stop at stations 34, 36, 38; 40, 42, 44; 46, 48, 50. The control devices comprise computers and memories which influence the vehicle drive and the steering of correspondingly stored data of the track runs and stations.

To guarantee high accuracy in maintaining the track runs and accurately targeted approach to the stations even in the long term, knowledge of the current position is necessary. For this purpose, the driverless transport system has a locating device which comprises facilities on the vehicles 10, 12, 14 to be located and three stationary facilities 16, 18, 20.

Between the facilities on the vehicles 10, 12, 14 to be located and the stationary facilities 16, 18, 20, ultrasonic signal transmission links are formed. The distances between the vehicles 10, 12, 14 and the stationary facilities 16, 18, 20 can be determined by measuring the propagation times of the ultrasonic signals emitted at predetermined times, and from this the co-ordinates of the current location of the respective vehicle 10, 12, 14 can be calculated.

The stationary facilities 16, 18, 20 are mounted at in each case two corners and the centre of one side of the hall 60. As a result, unambiguous co-ordinates can be  
5 determined at all possible locations. To be able to detect the shortest distance travelled by the sound, it is also expedient to install transmitter and receiver at an adequate height. This largely ensures the line-of-sight connection on the transmission link and  
10 interfering reflections are virtually eliminated.

If the vehicle is to describe only a very restricted track run, two stationary facilities may also be adequate. Conversely, it is necessary to provide more  
15 than three stationary facilities in the case of very large halls or terrains with many angles.

A number of alternatives are available for triggering the ultrasonic signals and thus for beginning the  
20 measurement. One possibility which is also used in the illustrative embodiment explained consists in transmitting electromagnetic starting signals from the receiving locations of the ultrasonic signals at the beginning of the propagation time measurement. These  
25 electromagnetic starting signals are received at the transmitting locations of the ultrasonic signals and control the emission of the ultrasonic signals.

Another alternative which, however, is not shown here provides for transmitting electromagnetic starting  
30 signals from the transmitting locations of the ultrasonic signals at the beginning of the propagation time measurement. These electromagnetic starting signals announce the emission of the ultrasonic signals  
35 at the receiving locations of the ultrasonic signals.

The first alternative has the advantage that the stationary facilities can be completely autonomous apart from a power supply and manage without

intelligent control or internal communication. Instead, the control of the emission of ultrasonic signals for the beginning of the propagation time measurement can be transferred to the vehicle which already contains an intelligent control for the drive and the steering in any case.

Another embodiment of the invention, in turn, provides for a number of possible solutions. Thus, one variant provides that uncoded ultrasonic signals are only emitted in each case by one transmitter at a time and the transmitters are successively started or announced by differently coded electromagnetic starting signals.

Although this solution is time-consuming since it is necessary to wait for the emissions of all ultrasonic transmitters and the decaying of the sound in one measuring cycle, it only makes small demands on the ultrasonic receivers and the evaluating circuits.

In another variant, coded ultrasonic signals, preferably of different frequencies specific for each transmitter, are simultaneously started and the ultrasonic signals are selectively evaluated.

This makes it possible to determine the distances between the vehicles and the stationary facilities simultaneously and to be able to update them more rapidly.

In detail, the configuration of the locating device is obtained from the block diagram shown in Figure 2. This figure shows the stationary facilities 16, 18 and 20 and the facilities of the vehicles 10 and 12.

The stationary facilities 16, 18 and 20 are identically configured in the illustrative embodiment and consist of a transmitter 24 for ultrasonic signals and an RF receiver 32 for electromagnetic starting signals. If



the receiver 32 receives a starting signal, it immediately causes the transmitter 24 to emit an ultrasonic signal.

5 The vehicles 10 and 12 both have a control and evaluating device 22. Apart from controlling the drive and the steering of the vehicles 10 and 12, the control and evaluating device 22 also determines the propagation times of the signals received by ultrasonic  
10 receivers 26 and 28 and calculates the current positions of the vehicles 10 and 12 via the distances from the stationary facilities.

An RF transmitter 30 arranged in the vehicle 10 is also  
15 controlled by the control and evaluating device 22 and this transmitter 30 is used for transmitting electromagnetic starting signals to the stationary facilities 16, 18, 20.

20 In the embodiment with a number of vehicles 10, 12 as shown, electromagnetic starting signals are only transmitted by a pilot vehicle, in this case vehicle 10, and these starting signals are received and evaluated by the stationary facilities 16, 18, 20 and  
25 the remaining vehicles 12. Instead of its own transmitter, the vehicle 12 therefore has an RF receiver 32.

The advantage of this embodiment consists in that the  
30 beginning of the emission of ultrasonic signals is only controlled by the control and evaluating device 22 of this vehicle and time alignments or synchronizations of the vehicles between each other can be omitted.

35 In each vehicle 10, 12 the ultrasonic receivers 26, 28 are located at the sides transverse to the vehicle axis, that is to say the front end and the rear end. These receivers 26, 28 are thus accommodated spatially separated and supply different field strengths and/or

propagation times on receipt of ultrasonic signals. This information makes it possible to establish the respective orientation of the vehicle 10, 12 in addition to the current position.

5

•

# Patent Claims

1. Method for locating vehicles of driverless transport systems, characterized in that ultrasonic signals are transmitted between one or more vehicle(s) to be located and at least two stationary facilities at predetermined times and their propagation times are measured, and in that the distances between the vehicle or vehicles and the stationary facilities are determined from the propagation times and from this the space coordinates of the current location of the respective vehicle are calculated.
2. Method according to Claim 1, characterized in that electromagnetic starting signals are transmitted - preferably from the receiving location(s) of the ultrasonic signals - at the beginning of the propagation time measurement, which electromagnetic starting signals are received - preferably at the transmitting location or the transmitting locations of the ultrasonic signals - and control the emission of the ultrasonic signals.
3. Method according to Claim 1, characterized in that electromagnetic starting signals are transmitted - preferably from the transmitting location(s) of the ultrasonic signals - at the beginning of the propagation time measurement, which electromagnetic starting signals are received - preferably at the receiving location or the receiving locations of the ultrasonic signals - and announce the emission of the ultrasonic signals.
4. Method according to Claim 1 or 2, characterized in that electromagnetic starting signals are transmitted from the vehicle or vehicles and these

signals are received by the stationary facilities,  
and in that ultrasonic signals are transmitted  
from the stationary facilities and these  
ultrasonic signals are received by the vehicle or  
5 vehicles.

5. Method according to one or more of Claims 1 to 4,  
characterized in that uncoded ultrasonic signals  
are only transmitted in each case by one  
10 transmitter at a time and the transmitters are  
successively started or announced by differently  
coded electromagnetic starting signals.

6. Method according to one or more of Claims 1 to 4,  
15 characterized in that coded ultrasonic signals,  
preferably of different frequencies specific for  
each transmitter are simultaneously started and  
the ultrasonic signals are selectively evaluated.

20 7. Method according to one or more of Claims 1 to 6,  
characterized in that in a case where there are  
several vehicles of a driverless transport system,  
electromagnetic starting signals are only  
transmitted by one pilot vehicle and these  
25 starting signals are received and evaluated by the  
stationary facilities and the remaining vehicles.

8. Method according to one or more of Claims 1 to 7,  
characterized in that the starting signals are  
30 transmitted by RF radio signals which are radiated  
in an omnidirectional pattern.

9. Method according to one or more of Claims 1 to 7,  
characterized in that the starting signals are  
35 transmitted by infrared signals which are radiated  
in an omnidirectional pattern.

10. Method according to one or more of Claims 1 to 9,  
characterized in that the incoming ultrasonic

signals are received in pairs at at least two sides, preferably at the two longitudinal and the two transverse sides of the vehicle according to the vehicle axis, and in that the orientation of the vehicle or of the vehicles is determined from the different field strengths and/or propagation times of the ultrasonic signals.

11. Locating device for vehicles of driverless transport systems, characterized in that ultrasonic signal transmission links are arranged between one or more vehicle(s) to be located (10, 12, 14) and at least two stationary facilities (16, 18, 20), and in that control and evaluating devices (22) are provided by means of which ultrasonic signals can be transmitted at predetermined times, the propagation times of which ultrasonic signals are measurable and, from the propagation times, the distances between the vehicle or vehicles (10, 12, 14) and the stationary facilities (16, 18, 20) can be determined, and from this the co-ordinates of the current location of the respective vehicle (10, 12, 14) can be calculated.

12. Locating device according to Claim 11, characterized in that electromagnetic transmission links for starting signals are provided additionally between the vehicle(s) to be located (10, 12, 14) and the stationary facilities (16, 18, 20).

13. Locating device according to Claim 12, characterized in that the ultrasonic signal transmission links and the electromagnetic transmission links comprise transmitters which are allocated to the stationary facilities (16, 18, 20) and comprise receivers which are allocated to the vehicle or vehicles (10, 12, 14).

14. Locating device according to Claim 12, characterized in that the ultrasonic signal transmission links comprise transmitters (24) which are allocated to the stationary facilities (16, 18, 20) and comprise receivers (26, 28) which are allocated to the vehicle or vehicles (10, 12, 14), and in that the electromagnetic transmission links comprise transmitters (30) which are allocated to the vehicle or vehicles (10, 12, 14) and comprise receivers (32) which are allocated to the stationary facilities (16, 18, 20).
15. Locating device according to one or more of Claims 11 to 14, characterized in that the transmitters (24) for ultrasonic signals are all tuned to the same frequency, and in that the control device (22) is constructed in such a manner that in each case only one transmitter emits ultrasonic signals at a predetermined transmitting time.
16. Locating device according to one or more of Claims 11 to 14, characterized in that the transmitters (24) for ultrasonic signals are differently coded, preferably tuned to different frequencies, and in that the receivers (26, 28) comprise a selective evaluating circuit (22).
17. Locating device according to one or more of Claims 11 to 16, characterized in that where there are a number of vehicles (10, 12, 14) of a driverless transport system, only one pilot vehicle (10) comprises a transmitter (30) for electromagnetic starting signals and the stationary facilities (16, 18, 20) and the remaining vehicles (12, 14) comprise receivers (32) for electromagnetic starting signals.

18. Locating device according to one or more of Claims  
11 to 17, characterized in that the transmitters  
(30) for electromagnetic signals are constructed  
as RF transmitters and the receivers (32) are  
constructed as RF receivers.
19. Locating device according to one or more of Claims  
11 to 17, characterized in that the transmitters  
(30) for electromagnetic signals are constructed  
as infrared light transmitters and the receivers  
(32) are constructed as infrared light receivers.
20. Locating device according to one or more of Claims  
11 to 19, characterized in that sensors or  
receivers (26, 28) for ultrasonic signals are  
arranged on at least two sides, preferably on the  
two longitudinal and two transverse sides of the  
vehicle or of the vehicles (10, 12, 14) according  
to the vehicle axis, and in that the evaluating  
device is constructed in such a manner that the  
orientation of the vehicle or vehicles (10, 12,  
14) can be determined from the different field  
strengths and/or propagation times of the  
ultrasonic signals.

## **Method and locating device for locating vehicles of driverless transport systems**

A method and a locating device for locating vehicles of driverless transport systems is described.

Between vehicles to be located and at least two stationary facilities, transmission links for ultrasonic signals are formed. Their propagation times are measured by means of evaluating circuits. From the propagation times, the distances between the vehicles and the stationary facilities are obtained and from these, in turn, the co-ordinates of the current location of the respective vehicles.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**